Forest Health & Biodiversity News

Volume 13 No. 1 Spring 2009

Impact of Exotic Poplars on Natural Forests

In light of the global forestry situation and growing energy requirements, a number of countries are showing an increasing interest in the cultivation of fast-growing trees, such as poplars with exotic components. For several decades, poplar varieties have been developed through breeding programs with the goal of obtaining better performing trees that are better adapted to the various growing environments. However, the use and large-scale deployment of these new varieties (including plants with novel traits) could pose a significant risk, particularly with respect to gene flow (via the pollen, etc.). The reproductive barriers between different poplar species are generally weak, with the possible result that hybrids could form through the dispersal of pollen from the exotic species to compatible native species. In the medium- or long-term, these hybrids could affect the genetic diversity of native species as a result of *introgression*—the flow of exotic genes into the gene pool of native species.

In North America and particularly Canada, a number of exotic poplar species and their hybrids were introduced for ornamental purposes or for reforestation in the late 1800s (e.g., Richardson et al. 2007). Clonal tests and, more recently, plantations of mature exotic poplars (Fig 1.) have also been established almost everywhere in Canada. This unique material can be used to acquire scientific knowledge on the introgression of exotic genes. To date, few studies on this topic have dealt with poplar varieties with exotic components and other compatible poplar species growing in a natural setting.

Figure 1. Quebec Department of Natural Resources and Wildlife plantations of poplars with exotic components located near natural populations of native poplars. One is located at Matane, Quebec (A) and the other near Sorel, Quebec (B).

We carried out a project using a combination of empirical and modelling approaches in order to assess the frequency of introgression of exotic genes in native poplars and the consequences of introgression. We applied a step-by-step approach (Wilkinson et al. 2003) with a view to answering the following questions:

- Does spontaneous hybridization occur between exotic and native species in natural settings?
- If spontaneous hybrids do form, to what extent are they viable and able to reproduce in the natural environment?
- What genetic and ecological parameters are likely to influence the infiltration of exotic genes into natural populations of compatible native species?

Continued on page 2

Contents

Scientists at Natural Resources Canada discuss definitions around boreal forest debate 3

Forest Research Today: Taking Advantage of Generations of Knowledge 4

Shifting regeneration subsidies - A route to saving money and restoring temperate forest.....5

1065 XX 8(H) 11L
Acquisitions Research Indexes Micromedia Limited
20 Victoria St
Toronto ON M5C 2N8

Publication Sales Agreement #40035189
Return Address
Atlantic Forestry Centre
P.O. Box 4000
Fredericton, N.B., Canada
E3B 5P7

Continued from pg 1. Impact of Exotic Poplars on Natural Forests . . .

Detection of spontaneous hybrids

We estimated the rates of hybridization between pairs of compatible exotic/native species by using a set of single nucleotide polymorphism (SNP) markers developed in our laboratories for the detection of hybrids (Meirmans et al. 2007). These DNA markers for specific species make it possible to directly measure gene flow, which is something that cannot be achieved with controlled crosses and studies of the physical dispersal of pollen grains.

In our project, we used markers that had been developed earlier in order to detect the presence of exotic genes in native poplars (*Populus balsamifera* and *P. deltoides*) growing on the periphery of plantations composed of exotic species. Two sites in Quebec with plantations of mature hybrids with exotic components (*Populus trichocarpa*, *P. nigra*, and *P. maximowiczii*) and adjacent natural populations of compatible species (*P. balsamifera* and *P. deltoides*) were used to assess spontaneous hybridization rates (Fig. 1). We genotyped nearly 5,000 seeds collected over a three-year period from female *P. balsamifera* and *P. deltoides* growing on the periphery of the exotic plantations at these sites.

The percentage of hybrid seeds containing exotic genes varies widely depending on the populations and recipient species (less than 3% in *P. deltoides* and 20% in *P. balsamifera*) but can vary from year to year (Meirmans et al. submitted). However, a portion of the hybrids detected (up to 30%) also contained the genes of native species. These genes, which may have had exotic components, did not come from natural populations but from planted varieties and were spread through pollen. For example, the genes of *P. deltoides* are found in natural populations of *P. balsamifera* by means of the pollen produced by a hybrid such as *P. deltoides* x *P. trichocarpa* or *P. trichocarpa* x *P. balsamifera*.

Establishment and reproduction of hybrids in natural populations

The risk that introgression presents does not depend solely on the rate of spontaneous hybridization between plantations of exotic trees and natural populations. It also depends on the ability of the hybrids to become established in natural forests and to subsequently reproduce. We undertook another study to look for advanced-generation (introgressing) hybrids with exotic genetic constituents. In order to achieve much greater precision in measuring the degree of introgression of exotic genes, it is necessary to have a large number of genetic markers specific to the species concerned. This is the reason SNP markers were developed for more than 100 genes to date (Thompson et al. in preparation).

For this study, we focused on the exotic poplars *P. laurifolia* and *P. nigra* and on their hybrids. These species were introduced by settlers in the late 19th century, notably in the Prairies and in Quebec (Richardson et al. 2007). These trees, some of which are now a century old, can be used to assess the flow of exotic genes to natural populations of native species, because several generations have been completed since the species were introduced. More than 30 natural populations of *P. balsamifera* and *P. deltoides* were sampled in Quebec and will be in Saskatchewan.

In Quebec, more than 650 trees from 15 populations of *P. balsamifera* and *P. deltoides* were genotyped using about 40 genetic markers to detect exotic genes belonging to *P. nigra*. The initial results showed that hybrids and natural introgressants (about 2.4%) were present in 8 of the 15 populations (Thompson et al. submitted). These are first generation or more advanced generation hybrids between the native species *P. deltoides* and *P. balsamifera* as well as between the latter two species and *P. nigra*. These hybrids and introgressants are found primarily in disturbed environments.

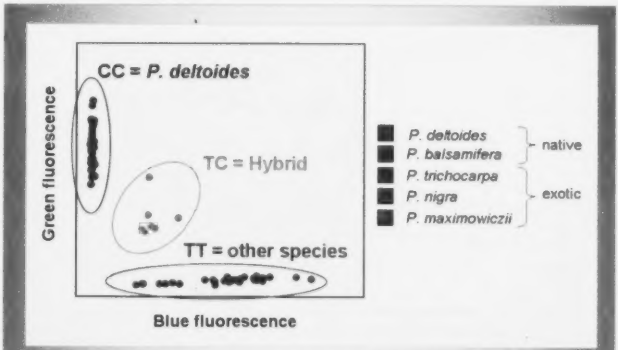


Figure 2: Genomic contribution of exotic vs. native species in seeds collected from a mother tree of Populus deltoides. Seven hybrids (orange dots) were detected.

Based on a compilation of the results (including those from the Prairies), some of the sites that were selected will be further characterized to determine the genetic and ecological factors that influence the rate of introgression. Work is therefore continuing.

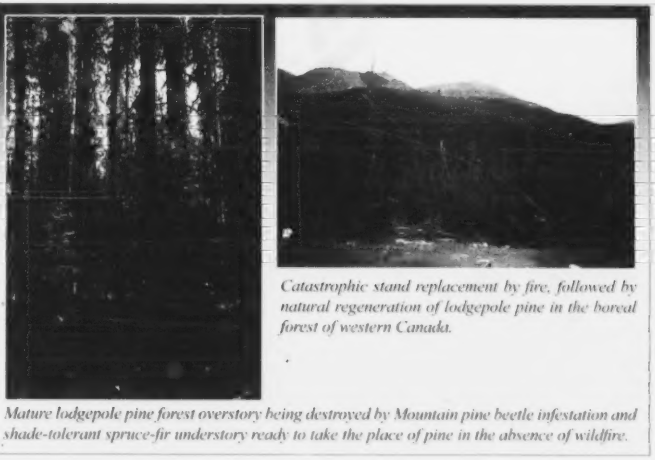
Impact of introgression and other genetic parameters on the risk of spread of exotic genes

In parallel, we have developed a metapopulation model—a model that is used to study a collection of interacting populations of a species with a fragmented geographic distribution. This helped us orient our current research and it will help us gain insight into the impact of the spread of exotic genes to compatible natural populations (Meirmans et al. 2008). The model showed that small populations of recipient native species are to some extent more at risk and that it is essential to study how genes that confer a selective advantage are distributed within natural populations.

Continued on page 8

Scientists at Natural Resources Canada discuss definitions around boreal forest debate

In October 2008, a group of forest scientists from Natural Resources Canada's Canadian Forest Service (CFS) met and discussed the terminology used in mainstream media to discuss conservation and development in Canada's boreal forest. Terms such as ancient forests, old-growth forests, intact forests or intactness, and protected areas were analyzed from a scientific perspective, and their application with respect to forestry practices in Canada was discussed. This article presents some initial outcomes from this discussion and highlights our current understanding of the science underlying these terms and the issues associated with them. As a national science-policy organization, the CFS will continue to further develop perspectives on forest terminology.



Mature lodgepole pine forest overstory being destroyed by Mountain pine beetle infestation and shade-tolerant spruce-fir understory ready to take the place of pine in the absence of wildfire.

Catastrophic stand replacement by fire, followed by natural regeneration of lodgepole pine in the boreal forest of western Canada.

Boreal Region and Boreal Forest

The group found that it is important to distinguish between the boreal region and boreal forests. The boreal region is an area that has the climatic characteristics under which typical boreal vegetation species associations have the potential to occur, given local site conditions. It covers an extensive contiguous area in contrast to altitudinal belts in mountainous areas. The location of the boreal region has shifted in latitude between ice ages. It has been moving north over thousands of years since the last ice age and will continue to shift as the climate changes. As recently as 21 000 years ago, at the peak of the Wisconsin glaciation, almost the entire northern half of the continent was covered with ice. Since that time, plant associations have varied continuously, appearing and then disappearing through time.

The boreal forest is the area of the boreal region occupied by forest in a variety of successional stages, ranging from young regeneration to old growth. The Canadian boreal forest is driven by stand-replacing disturbances, renewing itself mainly through fire and insect outbreaks. These disturbances are characteristic of the boreal forest (1), as are the relatively short-lived tree species (< 250 years) found in them.

Old-growth and Ancient Forests

The term "ancient" has no ecological basis and has limited use in scientific literature. The United Kingdom Forestry Commission used "ancient woodland" to refer to woodland in continuous existence from before 1600 in England and Wales (2). The term "ancient" should probably not be used in the context of Canada's boreal forest because of repeated stand-replacing disturbances. More scientifically recognized terms used in the context of old forests include old growth and unmanaged old forests.

Old-growth forests are those in a late stage of forest succession, with characteristic ages and structures that vary with forest type. In temperate regions, old growth may be defined as forests with many trees older than 250 years. In the boreal region, forests are not composed of long-lived tree species and an "old growth" forest can comprise those with trees between 100–250 years old, depending on the tree species and the local forest type. Although some forests in the boreal region may escape stand-replacing disturbances over long periods of time (>500 years), such forests are not a common feature of the boreal region and none of the trees on these sites are very old. Elsewhere in Canada, such as in western coastal temperate rainforest regions, some tree species have a natural longevity exceeding 500 years (3).

Fragmentation and Intactness

There is also limited scientific application for the terms "intact" or "intactness" because they are largely redundant when applied to forests. In the scientific literature, the concept of intactness is dealt with in more precise ecological terms, such as forest "fragmentation," "continuity," and "connectivity," all of which are related to the structure of a forested landscape and the effects of forest fragmentation, forest loss, continuity, and connectivity on the maintenance of viable populations of fauna and flora.

Any concept of landscape continuity considers human activity, spatial and temporal scales appropriate to the issue, maintenance of ecological processes, and the conservation of biodiversity. For any given concern, an appropriate scale is linked to the associated ecological processes and individual population requirements of the species of interest. The scale cannot be linked to arbitrary choices of space

Continued on page 6

Forest Research Today: Taking Advantage of Generations of Knowledge

Natural Resources Canada's national research forests, Acadia and Petawawa, are two living laboratories that have historical scientific data spanning over 90 years. This unique data provides researchers and forestry practitioners with long-term trends to help address current and future ecological and operational forestry issues.

Situated in the heart of the Acadian forest, the Acadia Research Forest was established in 1933. Its sister forest, the Petawawa Research Forest is nestled in the Great Lakes–St. Lawrence Forest Region and was established in 1918. Together, these forests cover over 19 000 hectares and have some of the oldest continually measured sample plots in the country.

The Acadia and Petawawa national research forests provide stakeholders with an opportunity to learn first-hand the results of past and current projects and to plan future collaborative studies. With their combination of history, experimental sites and data, these forests provide a unique opportunity for both long- and short-term research. Researchers conducting studies at the forests enjoy multiple benefits from enhanced site security to opportunities to revisit a variety of historical databases.

"I am quite excited to do work at Acadia and to work with Natural Resources Canada," says Dr. Fan-Rui Meng, Research Director of Nexfor-Bowater Forest Watershed Research Centre and professor at the University of New Brunswick. "I work there because it is dedicated to forest research. Forest research suffers from not having secure land for long-term studies. Trees take a long time to grow and we need to have sites that will continue to be there. I like the fact that I can plan for a longer time, and should my funding run out, I know that the study or site can be easily used by someone else to keep it going. There is great research history there and I will be taking advantage of its availability."

Dr. Meng is currently working with a variety of partners to erect an environmental tower that will measure ecological parameters such as soil respiration, weather and carbon monitoring. The hope is that many scientists can benefit from its monitoring abilities. Researchers will be able to save money by not having to measure all the ecological parameters separately.

Debby Barsi, Natural Resources Canada, and John Butner, U.S. Department of Agriculture, are conducting climate change research at the Petawawa Research Forest.

Edwin Swift, a forester with Natural Resources Canada, explains to forest practitioners some of the commercial thinning trials that are being conducted at Acadia Research Forest.

Dr. Mike Wotton, a researcher at the University of Toronto, helped develop a collaborative new graduate program focused on forest fire behaviour research with Natural Resources Canada. "The research forest has staff and a network of former staff available for consultation. This, coupled with the possibility of working in stands that have been monitored and characterized in detail under many situations for decades, is unique and exceptionally valuable," says Dr. Wotton.

"The forest offers an established base from which to operate. I am able to go there or even just pick up the phone and say 'I'd really like to do some work in a stand that has qualities X,Y,Z' and within a short time I have a number of options presented to me. It is really exceptional," says Dr. Wotton. "In addition, the location is staffed daily and there is radio contact over the entire property. As a supervisor of research assistants and graduate students, this is very attractive from a safety and logistics point of view."

Research activities at the national research forests have covered most of the topics in forestry at one time or another, responding to the changing research priorities of the forest industry. Some of these research studies and potential collaborative opportunities include:

- enhanced forest productivity through silviculture treatments;
- biological evaluation of alternative harvesting treatments;
- forest health;
- forest vegetation management alternatives;
- forest diversity and natural succession;
- biodiversity;
- provenance trials using seed from various locations; and
- clonal studies including somatic embryogenesis.

Universities, colleges, and provincial governments are already taking advantage of the opportunity to collaborate with Natural Resources Canada at these forests. For instance, the Ontario Ministry of Natural Resources, along with partners like the University of Montreal, Bowater, and the Forest Engineering Research

Continued on page 7

Shifting regeneration subsidies - A route to saving money and restoring temperate forest

It is not possible to calculate revenues from forest operations as they depend on unknown future market demand for species and dimensions of material harvested. Growing wood profitably for delivery to processing industries has two main expense drivers: the cost of re-establishing 'free-to grow' trees after harvest intervention and the cost of harvesting mature trees.

On New Brunswick Crown land, after conventional large block clear cut harvesting operations are carried out, silvicultural operations are required to assure the establishment of trees (by plantation) and/or to assure that excess natural regeneration does not result in stagnating over-dense stands (by pre-commercial thinning). The expense for this silviculture is borne by provincial taxpayers.

In the presettlement temperate mixed wood forests of eastern Canada (Acadian and Great Lakes-St. Lawrence), large scale catastrophic regeneration dynamics (fire, wind, insects, and disease) were not as important as those drivers of forest renewal are in the boreal forest. Renewal, in large portions of these temperate mixed wood forests, occurred in small scale gaps that were scattered across the landscape. New growth was initiated by advance regeneration or the establishment of germinating seeds from nearby exposure-prone species with varying degrees of shade tolerance.

Large canopy openings, on almost all 'unrestrained' Crown land, became more predominant due to the low cost. The hot, dry postharvest regeneration microclimates following these harvests resulted in the replacement of exposure-prone temperate, long-lived temperate species such as red spruce, eastern hemlock, white cedar, sugar maple, and white ash by such exposure-resistant, short-lived boreal species such as balsam fir, jack pine, black spruce, eastern larch, white birch, and trembling aspen.

A lack of adequate regeneration of late-successional temperate species and the domination of harvested areas by insect-prone boreal softwoods (especially balsam fir) and shade intolerant hardwood species, not highly valued by markets, led to the adoption of very expensive, taxpayer-funded plantation silviculture. Plantations deployed less insect prone boreal softwood species that produced the fibre quality desired by export markets. The maintenance and expansion of these exports depended on consumers whose affluence was driven by cheap and abundant fossil fuel supplies, while energy depletion is expected to dominate future market conditions.

The economic and population growth that has driven Canadian forest product export markets is not expected to continue. Accordingly, predictions on the type of forest products that will be in demand when trees beginning life now reach the age where they can be harvested are based on speculation.

As large block clear cut harvesting has continued, so too has the expensive taxpayer funded plantation silviculture that was instituted to deal with its biological results. The cost of mechanical site preparation, planting, and chemical control of hardwood competitors usually exceeds $1,000 per hectare. If this establishment reforestation expense/investment is carried forward at 4% interest for a 60 year rotation, it would total $10,520.

Studies have shown that harvesting methods (patch and strip cutting with side selection) that approximate gap dynamics will produce good, inexpensive natural temperate species regeneration. This is because these exposure-prone species require the cooler, moister regeneration microclimates that characterize small canopy openings. A shift toward increased alternative harvesting that approximates gap dynamics would allow some remedial planting of nursery-grown temperate species in areas where they have been totally replaced by boreal species as a result of a history of large canopy opening harvests, site preparation, plantation, and herbicide application. Thus, a move away from relatively inexpensive large canopy opening harvests toward somewhat more costly gap approximating harvests would incrementally affect a gradual restoration of the temperate forest species assemblage. The boreal species assemblage, that increasingly dominates temperate forest sites, is expected to be considerably stressed if current climate warming continues into the future. Temperate forest species assemblages are expected to be able to adapt to these climate stresses more readily.

Increased costs as high as 6% or $2.50 per cubic metre for alternative harvesting were recently described in a report entitled "Management Alternatives for New Brunswick's Public Forest" (1). These costs are usually borne by the Crown lease holder. In the present funding climate, Crown forest lease holders would be reluctant to change their harvesting behaviour.

If taxpayer funding were slowly shifted from the large block clear cutting boreal species plantation silviculture that has become the method of choice, toward support for gap approximating harvest methods that mainly rely on natural regeneration, then increased

Continued on page 7

Continued from pg 3. Scientists at Natural Resources Canada discuss . . .

and time. Each process or issue (e.g., decomposition) or species of interest (e.g., caribou (Rangifer tarandus)), needs to be considered and viewed at an appropriate scale.

Human intervention does not necessarily mean that forest ecological processes are undermined or no longer intact. The assumption that forestry activities are completely incompatible with forest resilience (the ability of a forest to recover following disturbance) is inaccurate. Harvesting, carried out in a sustainable manner, need not detract from the maintenance of ecological processes and biological diversity. The evidence from both human-caused and natural disturbances suggests that forests can retain their resilience and recover following a disturbance.

Protected Areas

As of 2005, Canada had protected approximately 98 million hectares of land, which represents about 9.9% of the country's total land base. About 8% of the land area of the Boreal Shield and Plains ecozones are protected. Of these protected areas, 95% are within International Union Conservation of Nature (IUCN) Categories I to IV[1], which largely prohibit industrial activities such as forestry, mining, and hydroelectric development (5).

When setting targets for protected areas, it is important not to resort to arbitrary numbers. Simple targets are not enough. Targets should be based on factors such as natural disturbance regimes, species distributions and habitat requirements, maintenance of biodiversity and viability of natural populations, climate change adaptation, and maintenance of ecological processes. As well, land tenure, governance, land base and extent, species presence, and land ownership all require consideration in setting such targets.

Given the natural disturbance patterns in the boreal forest, we need to employ all categories of protection, including those areas under sustainable forest management planning, if we wish to have effective conservation. Conservation has to go beyond protected areas to enable linkages, connectivity, and effective population and species management across the broader landscape and over time.

Web-based citations:

(1) http://canadaforests.nrcan.gc.ca/articletopic/top_suj/12/articles

(2) http://www.forestry.gov.uk/pdf/prog-aw-practice-guide.pdf/$FILE/prog-aw-practice-guide.pdf

(3) http://cfs.nrcan.gc.ca/subsite/oldgrowth/brochure

(4) http://www.iucn.org/resources/publications/index.cfm?uNewsID=1662

(5) http://www.cws-scf.ec.gc.ca/publications/habitat/cpa-apc/index_e.cfm

[1]The IUCN defines protected areas as "*a clearly defined geographical space, recognized, dedicated and managed through legal or other effective means, to achieve the long-term conservation of nature with associated ecosystem services and cultural values.*" For international reporting purposes, the IUCN has defined six protected area management categories based on primary management objectives. They range from Category I (managed mainly for science or wilderness protection) to Category VI (managed mainly for the sustainable use of natural resources).

James Brandt
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
National Capital Region

Louis De Grandpré
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
Laurentian Forestry Centre

Ken Farr
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
National Capital Region

Brenda McAfee
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
National Capital Region

Alex Mosseler
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
Atlantic Forestry Centre

Julie Richter
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
National Capital Region

Ian Thompson
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
Great Lakes Forestry Centre

Tony Trofymow
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
Pacific Forestry Centre

Jan Volney
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
Northern Forestry Centre

Continued from pg 4. Forest Research Today . . .

Institute, have established a 20-year study at Petawawa National Research Forest to examine the effects of natural disturbance and silviculture on tree survival, growth, wood quality, and species and genetic diversity on mixed-wood white pine stands. This fundamental research will help forest practitioners maintain or enhance fibre quantity and quality, maintain soil and water resources, conserve biological diversity, and reduce the risk of losses to fire, insect, or disease.

Through collaborative research at these forests, many important questions plaguing the forest industry will be addressed. The knowledge gained from this research will continue to enhance forest management practices around the world.

To learn more about the forests or opportunities for collaboration, visit:

www.cfs.nrcan.gc.ca/subsite/researchforests

or contact:

Dean Toole, National Research Forests Program Manager by e-mail at **dtoole@nrcan.gc.ca**

Nancy Macdonald
Natural Resources Canada

Continued from pg 5. Shifting regeneration subsidies . . .

costs per hectare would be expected to be about $350 if the average harvest is 140 cubic metres per hectare. If this establishment/reforestation expense/investment is carried forward at 4% interest for a 60 year rotation, it would total $3,682. The difference in the two forest renewal approaches is at least $6,838 per hectare. The shift in forest renewal funding (or decrease in royalties/stumpage) to support alternative harvesting would result in a more resilient, climate adaptive, and diverse forest that offers increased management and market flexibility. Pre-commercial thinning, needed to avoid stagnation caused by overstocking, is often necessary for both naturally regenerated stands and plantations. Commercial thinning that can produce an operating profit allows management to shift growth onto the type of trees that markets appear set to require at final harvest.

Wood from eastern temperate forest lands faces decreased future demand as conventional dimension lumber and pulp and paper, but increased demand from the bioeconomy as the 'new petroleum' for its carbon-carbon bonds that will replace those formerly gleaned from fossil fuels. Concern with species and fibre attributes that have dominated markets in the recent past would be expected to be less important under such conditions. In the context of uncertain future forest fibre markets, there can be no assumption that demand for long fibre from boreal softwood species will continue to the rotation age of trees being planted now. While intensive plantations have the potential to produce superior volumes of wood, cost-benefit analysis for this increased production is not possible without knowledge of future market demand.

Changing the character of the forest, from one dominated by large clear cuts and plantations to one that approximates the natural distribution of small gap openings, may decrease pressure from public interest groups that wish to set aside increasing amounts of forest land in preserves, where no harvesting is allowed, in order to provide a representation of natural forest remnants on the landscape.

(1) 'Management Alternatives for New Brunswick's Public Forest' http://www.gnb.ca/cnb/Promos/Forest/pdf/ErdleReport-e.pdf

Peter Salonius
Natural Resources Canada
Canadian Wood Fibre Centre
Atlantic Forestry Centre

Continued from pg 2. Impact of Exotic Poplars on Natural Forests . . .

A pan-Canadian study is currently being carried out on *P. balsamifera* in collaboration with B. Schroeder (Agroforestry Division of Agriculture and Agri-Food Canada).

Conclusions

- The existence of plantations of sexually mature poplar enabled us to study the spread of exotic genes to adjacent natural populations of *P. balsamifera* and *P. deltoides*. Our results show clearly that hybridization between introduced species and native species can occur locally, particularly in small populations of native species.

- The risk of sustained introgression also depends on the ability of the hybrids to become established and reproduce in natural forests. Our preliminary results show that this is possible, although the frequency of the phenomenon appears to be low. To permit more accurate assessment of the risks, this phenomenon needs to be quantified to a greater extent and efforts need to be devoted to obtaining a more precise picture of the main genetic and ecological factors favouring the introgression of exotic genes.

- The empirical data obtained are also being used to develop and refine a predictive model for assessing the medium- and long-term impacts of the spread of exotic genes or new combinations of genes on the genetic diversity of native species.

Acknowledgements

This research project was conducted under the Canadian Regulatory System for Biotechnology aimed at acquiring baseline data on ecological interactions in forest ecosystems in Canada.

For more information:

Meirmans, P.G., Lamothe, M., Périnet, P., Isabel, N. (2007) Species-specific single nucleotide polymorphism markers for detecting hybridization and introgression in poplar. Canadian Journal of Botany, 85, 1082-1091.

Meirmans, P.G., Bousquet, J. and Isabel, N. (2008). A metapopulation model for the introgression from genetically modified plants into their wild relatives. Evolutionary Applications. DOI 10.1111/j.1752-4571.2008.00050.x.

Richardson J., Cooke, J.E.K., Isebrands, J.G., Thomas, B.R., and Van Rees, K.C.J. (2007) Poplar research in Canada — a historical perspective with a view to the future. Canadian Journal of Botany, 85, 1136-1146.

Wilkinson, M.J., Sweet, J., and Poppy, G.M. (2003) Risk assessment of GM plants: avoiding gridlock? Trends in Plant Science, 8, 208-212.

Nathalie Isabel
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
Laurentian Forestry Centre
Canada Research Chair in Forest and Environmental Genomics,
Forest Research Centre,
Université Laval

Jean Bousquet
Canada Research Chair in Forest and Environmental Genomics
Forest Research Centre,
Université Laval

Pierre Périnet
Quebec Department of Natural Resources and Wildlife

Patrick Meirmans
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
Laurentian Forestry Centre
Department of Ecology & Evolution,
Université de Lausanne

Stacey Lee Thompson
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
Laurentian Forestry Centre
Department of Biological Sciences,
California State University

FYI

Volume 13 No. 1 - Spring 2009
ISSN 1206-7210

Forest Health and Biodiversity News is published regularly by Natural Resources Canada, Canadian Forest Service at the Atlantic Forestry Centre.

Correspondence and article submissions may be directed to:

Canadian Forest Service
Atlantic Forestry Centre
P.O. Box 4000
Fredericton, NB, Canada
E3B 5P7

http://www.cfs.NRCan.gc.ca

Printed in Canada on Supreme Gloss a 25% recycled paper containing 25% post-consumer waste.
©Her majesty the Queen in Right of Canada, 2009

Santé & biodiversité des forêts Nouvelles

Volume 13 N°. 1 printemps 2009

Impact des peupliers exotiques sur les forêts naturelles

En raison du contexte forestier mondial actuel et des besoins croissants en énergie, plusieurs pays manifestent un intérêt grandissant pour la culture d'arbres à croissance rapide tel que les peupliers à composantes exotiques. Depuis des décennies, des variétés sont développées par le biais de programmes d'amélioration génétique dans le but d'obtenir des arbres plus performants et mieux adaptés aux divers environnements de culture. Toutefois, l'utilisation et le déploiement à grande échelle de ces nouvelles variétés (incluant les végétaux à caractères nouveaux) pourraient poser un risque non négligeable, notamment en matière de flux génique vers les populations naturelles. Les barrières reproductives entre les espèces de peupliers sont généralement faibles avec comme conséquence possible la formation d'hybrides via la dispersion du pollen d'espèces exotiques vers des espèces indigènes compatibles. Les hybrides ainsi créés pourraient avoir des répercussions à plus ou moins long terme sur la diversité génétique des espèces indigènes en raison de *l'introgression* — c'est-à-dire l'infiltration durable de gènes exotiques dans le génome des espèces indigènes.

Figure 1. Plantations de peupliers à composantes exotiques appartenant au « Ministère des Ressources naturelles et de la faune du Québec » en lisière de populations naturelles de peupliers indigènes. L'une est située à Matane (A) et l'autre près de Sorel au Québec (B).

En Amérique du Nord et plus particulièrement au Canada, plusieurs espèces exotiques de peupliers et leurs hybrides ont déjà été introduits à des fins ornementales ou de boisement dès la fin des années 1800 (e.g. Richardson et al. 2007). Des tests clonaux et des plantations de peupliers exotiques plus récents, mais constitués d'arbres matures (Fig. 1), existent aussi un peu partout au Canada. Ce matériel unique offre une opportunité d'acquérir des connaissances scientifiques sur le phénomène de l'introgression de gènes exotiques. À ce jour, peu d'études sur le sujet ont été réalisées pour les variétés de peupliers à composantes exotiques et d'autres espèces de peupliers compatibles en conditions naturelles.

Afin d'évaluer la fréquence et les conséquences de l'introgression de gènes exotiques chez les peupliers indigènes, nous avons entrepris un projet combinant différentes approches empiriques et de modélisation. Nous nous appuyons sur une démarche par étape (Wilkinson et al. 2003) afin de répondre aux questions suivantes :

- Y a-t-il formation d'hybrides spontanés entre les espèces exotiques et les espèces indigènes dans un contexte naturel ?
- Si oui, dans quelle mesure les hybrides spontanés sont-ils viables et capables de se reproduire en milieu naturel ?
- Quels sont les paramètres génétiques et écologiques susceptibles d'influencer l'infiltration des gènes exotiques dans les populations naturelles des espèces indigènes compatibles ?

suivi à la page 2

Sommaire

Des scientifiques de Ressources naturelles Canada discutent de définitions au cours d'un débat sur la forêt boréale 3

La recherche forestière de nos jours : miser sur des connaissances générationnelles 4

Réacheminement des fonds publics consacrés à la régénération – Rétablir les forêts tempérées tout en économisant 5

Publication Sales Agreement
#40035189
Return Address
Atlantic Forestry Centre
P.O. Box 4000
Fredericton, N.B., Canada
E3B 5P7

Suite de la page 1. Impact des peupliers exotiques sur les forêts naturelles

Détection d'hybrides spontanés

Nous avons estimé les taux d'hybridation entre des paires d'espèces exotique indigène compatibles. À cet effet, des marqueurs génétiques de type SNP (single nucleotide polymorphism) ont été mis au point dans nos laboratoires (Meirmans et al. 2007). Les empreintes génétiques propres à chaque espèce, révélées par ces marqueurs, permettent de distinguer aisément les composantes génomiques exotiques et indigènes (Fig. 2). De plus, elles offrent la possibilité de mesurer directement le flux génique réalisé, contrairement aux croisements dirigés et aux études physiques de dispersion du pollen.

Dans les faits, nous avons utilisé les marqueurs précédemment obtenus pour détecter la présence de gènes exotiques chez nos espèces indigènes de peupliers (*Populus balsamifera* et *P. deltoides*) situées en périphérie des plantations constituées d'espèces exotiques. Deux sites au Québec offrant des plantations d'hybrides matures à composantes exotiques (impliquant *Populus trichocarpa*, *P. nigra*, et *P. maximowiczii*) et des lisières naturelles des espèces compatibles (*P. balsamifera* et *P. deltoides*) ont servi à l'évaluation des taux d'hybridation spontanée (Fig. 1). Sur une période de trois ans, près de 5 000 graines récoltées sur les arbres femelles de *P. balsamifera* et de *P. deltoides* situés en périphérie des plantations exotiques ont été génotypées pour chacun des sites.

Le pourcentage de graines hybrides contenant des gènes exotiques varie beaucoup selon les populations et les espèces réceptrices (moins de 3% chez *P. deltoides* et généralement moins de 20% chez *P. balsamifera*), mais peut varier d'une année à l'autre (Meirmans et al. soumis).

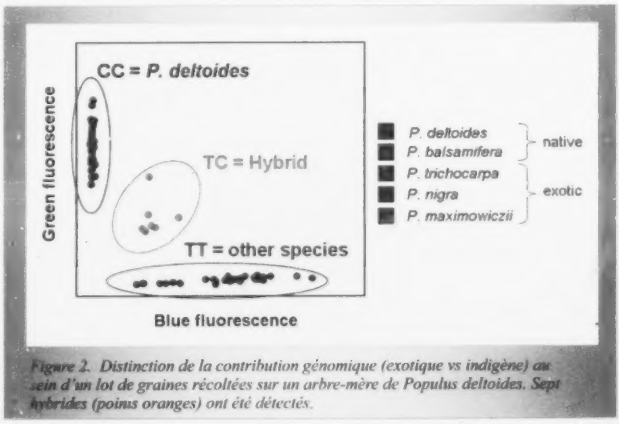


Figure 2. Distinction de la contribution génomique (exotique vs indigène) au sein d'un lot de graines récoltées sur un arbre-mère de Populus deltoides. Sept hybrides (points oranges) ont été détectés.

Par contre, une partie des hybrides détectés (jusqu'à 30%) contient aussi des gènes d'espèces indigènes qui ne proviennent pas de peuplements naturels mais du pollen libéré par des variétés plantées, contenant ou non une composante exotique. Par exemple, des gènes du *P. deltoides* se retrouvent dans des populations naturelles de *P. balsamifera*, par le biais du pollen produit par un hybride comme *P. deltoides* × *P. trichocarpa* ou encore *P. deltoides* × *P. balsamifera*.

Établissement et reproduction des hybrides dans les populations naturelles

Le risque d'introgression ne dépend pas seulement du taux d'hybridation spontanée entre des plantations d'arbres exotiques et les populations naturelles. Il dépend aussi de l'aptitude des hybrides à s'établir en forêt naturelle et par la suite à se reproduire. Conséquemment, nous avons entrepris une autre étude en ayant cette fois comme but la recherche d'hybrides de génération avancée (introgressants) avec des contributions génétiques exotiques. La nécessité d'une mesure beaucoup plus précise du niveau de l'introgression de gènes exotiques requiert un nombre élevé de marqueurs génétiques typiques de chacune des espèces en cause. C'est la raison pour laquelle nous avons développé à ce jour des SNP pour plus d'une centaine de gènes (Thompson et al. en préparation).

Pour cette étude, nous avons mis l'accent sur les peupliers exotiques *P. laurifolia*, *P. nigra* et leurs hybrides. Ces espèces ont été introduites par les premiers immigrants dès la fin du 19e siècle, notamment dans les Prairies et au Québec (Richardson et al. 2007). La présence de ces arbres, dont plusieurs sont aujourd'hui centenaires, permet d'évaluer la dispersion des gènes exotiques dans les populations naturelles indigènes puisque plusieurs générations se sont succédées depuis leur introduction. Plus d'une trentaine de populations naturelles de *P. balsamifera* et de *P. deltoides* ont été échantillonnées au Québec et le seront en Saskatchewan.

Au Québec, plus de 650 individus issus de 15 populations de *P. balsamifera* et *P. deltoides* ont été génotypés avec une quarantaine de marqueurs génétiques afin de déceler la présence de gènes exotiques appartenant à *P. nigra*. Les premiers résultats ont révélé la présence d'hybrides et d'introgressants naturels (environ 2.4%) dans huit des 15 populations (Thompson et al. soumis). Il s'agirait d'hybrides de première génération ou de génération plus avancée entre les espèces indigènes *P. deltoides* et *P. balsamifera* mais aussi entre ces deux dernières et *P. nigra*. Ces hybrides et introgressants se sont trouvés surtout en milieu perturbé.

À la suite de la compilation de tous les résultats (incluant ceux des Prairies), certains sites sélectionnés seront davantage caractérisés afin de déterminer les facteurs génétiques et écologiques qui influent sur les niveaux d'introgression. C'est donc une histoire à suivre.

suivi à la page 8

Des scientifiques de RNCan discutent de définitions au cours d'un débat sur la forêt boréale

En octobre 2008, un groupe de spécialistes des sciences forestières du Service canadien des forêts (SCF) de Ressources naturelles Canada s'est réuni pour discuter de la terminologie employée par les médias canadiens dans les dossiers portant sur la conservation et l'aménagement de la forêt boréale. Ils ont analysé des termes tels que forêt ancienne, vieille forêt, caractère intact et aires protégées d'un point de vue scientifique et ont discuté de leur application dans le contexte canadien. Le présent article résume les résultats préliminaires de ces discussions, fournit une interprétation scientifique de ces termes et décrit les enjeux qui y sont associés. En tant qu'organisme chargé de l'élaboration de politiques scientifiques à l'échelle nationale, le SCF entend poursuivre ce travail d'approfondissement de la terminologie forestière.

Le feu est un processus catastrophique qui provoque le remplacement des peuplements. Dans la forêt boréale de l'Ouest canadien, il engendre la régénération naturelle du pin tordu latifolié.

L'étage supérieur d'une forêt mûre de pins tordus latifoliés, qu'une infestation de dendroctones du pin ponderosa est en train de détruire. En l'absence d'incendie, les épinettes et les sapins du sous-étage, deux essences qui tolèrent bien l'ombre, sont prêts à remplacer les pins.

Région boréale et forêt boréale

Les spécialistes du SCF ont jugé important de distinguer région boréale et forêt boréale. La région boréale est une zone caractérisée par un régime climatique permettant à des associations végétales boréales typiques de pousser, compte tenu des conditions locales. Cette région occupe un vaste territoire contigu, par contraste avec les ceintures altitudinales des régions montagneuses. La région boréale change de latitude entre les glaciations. Elle se déplace vers le nord depuis des milliers d'années, c'est-à-dire depuis la dernière glaciation, et continuera de le faire sous l'effet du changement climatique. Il y a à peine 21 000 ans, à l'apogée de la glaciation du Wisconsin, la moitié nord du continent était presque entièrement couverte de glace. Depuis, les associations végétales varient continuellement, apparaissant et disparaissant avec le temps.

La forêt boréale fait partie de la région boréale. Il s'agit de la zone occupée par une forêt regroupant divers stades de succession. On peut y retrouver des peuplements récemment régénérés tout comme des peuplements mûrs. La forêt boréale canadienne est régie par des perturbations qui ont pour effet de remplacer les peuplements. Elle se renouvelle principalement par le feu et les pullulements d'insectes. Ces perturbations sont caractéristiques de la forêt boréale (1), tout comme les essences de longévité relativement faible (moins de 250 ans) qui la composent.

Vieilles forêts et forêts anciennes

Le terme ancien n'a aucun fondement écologique et est peu employé dans la documentation scientifique. La United Kingdom Forestry Commission l'a déjà utilisé pour désigner une forêt qui existe depuis avant 1600 en Angleterre et au Pays de Galles (2). Le terme ancien ne devrait probablement pas être utilisé dans le contexte de la forêt boréale canadienne, en raison des perturbations répétées qui provoquent le remplacement des peuplements. Les expressions vieille forêt ou vieille forêt non aménagée sont davantage acceptées des scientifiques lorsqu'il est question de peuplements mûrs.

Les vieilles forêts correspondent à celles qui sont parvenues au dernier stade de succession et qui présentent des âges et des structures caractéristiques variables, selon leur composition. Dans les régions tempérées, les vieilles forêts peuvent désigner celles qui renferment un grand nombre d'arbres âgés de plus de 250 ans. Dans la région boréale, les essences longévives sont rares, de sorte que les « vieilles forêts » seraient celles qui renferment des arbres âgés de 100 à 250 ans, selon l'essence et la composition des peuplements. Même si certaines forêts de la région boréale peuvent échapper pendant de longues périodes (plus de 500 ans) aux perturbations provoquant le remplacement des peuplements, elles représentent plutôt une exception, et leurs arbres ne sont pas très vieux. Ailleurs au Canada, notamment dans les forêts pluviales des régions tempérées de la côte Ouest, certaines essences présentent une longévité naturelle supérieure à 500 ans (3).

Fragmentation et caractère intacte

Les termes intact ou caractère intact ont eux aussi une application scientifique limitée, parce qu'ils sont essentiellement redondants dans le contexte des forêts. Dans la documentation scientifique, le concept est exprimé par des termes écologiques plus précis, par exemple « fragmentation », « continuité » et « connectivité », qui sont tous associés à la structure du paysage forestier et aux effets de la fragmentation, de la disparition, de la continuité et de la

suite à la page 6

La recherche forestière de nos jours : miser sur des connaissances générationnelles

Les forêts expérimentales nationales de Ressources naturelles Canada, Acadia et Petawawa, sont deux laboratoires vivants qui renferment un vaste fonds de données scientifiques de plus de 90 ans. Ces données uniques renseignent les chercheurs et les praticiens sur les tendances à long terme en foresterie, afin de régler les enjeux écologiques et opérationnels, actuels et futurs, dans ce domaine.

Située au cœur de la forêt acadienne, la forêt expérimentale Acadia a été établie en 1933. Sa forêt sœur, la forêt expérimentale de Petawawa, se trouve dans la région forestière des Grands Lacs et du Saint Laurent et a été établie en 1918. Ensemble, ces deux forêts s'étendent sur plus de 19 000 hectares et comportent certaines des placettes d'échantillonnage continu les plus vieilles au pays.

Les forêts expérimentales nationales Acadia et Petawawa donnent aux intervenants l'occasion de découvrir directement les résultats des projets passés et courants ainsi que de planifier leurs études collaboratives futures. Grâce aux données historiques, expérimentales et situationnelles qu'elles fournissent, ces forêts offrent des possibilités uniques de recherche à court et à long terme. Les chercheurs qui mènent des études dans ces forêts profitent de nombreux avantages, notamment la sécurité accrue des lieux ainsi que la possibilité de consulter de nombreuses banques de données historiques.

« Je suis très enthousiaste à l'idée de travailler dans la forêt Acadia et avec Ressources naturelles Canada », affirme M. Fan Rui Meng, D. Ph., directeur du Nexfor-Bowater Forest Watershed Research Centre et professeur à l'Université du Nouveau-Brunswick. « Je travaille ici parce que nous nous consacrons à la recherche forestière. Cette spécialité est désavantagée, car elle ne bénéficie par de terres réservées aux études à long terme. Les arbres mettent beaucoup de temps à croître et nous avons besoin de sites qui perdureront. J'aime être en mesure d'effectuer des prévisions à long terme, et s'il advenait que mon financement s'épuise, je sais que quelqu'un d'autre pourra facilement prendre la relève du site ou de l'étude. Ce site présente un historique de recherche remarquable et j'en profiterai assurément. »

Debby Barsi, Ressources naturelles Canada, et John Butner, département de l'Agriculture des États-Unis, mènent des recherches sur le changement climatique dans la forêt expérimentale de Petawawa.

Edwin Swift, forestier de Ressources naturelles Canada, explique à des praticiens en foresterie certains des essais d'éclaircie commerciale menés dans la forêt expérimentale Acadia.

À l'heure actuelle, M. Meng travaille avec différents partenaires en vue d'ériger une tour environnementale qui permettra de mesurer des paramètres écologiques, tels que la respiration des sols, la température, ainsi que le carbone. On espère que de nombreux scientifiques pourront profiter des capacités de surveillance offertes. Les chercheurs pourront réaliser des économies en n'ayant pas à mesurer tous les paramètres écologiques séparément.

M. Mike Wotton, D. Ph., chercheur à l'Université de Toronto, a contribué au développement d'un programme de deuxième cycle axé sur le comportement des incendies de forêt en collaboration avec Ressources naturelles Canada. « Nous pouvons consulter le personnel actuel et le réseau d'anciens membres du personnel de la forêt expérimentale. Ceci, allié à la possibilité de travailler dans des peuplements qui sont surveillés et caractérisés en détail pour plusieurs décennies dans diverses conditions, est tout à fait unique et d'une valeur inestimable », affirme M. Wotton.

« La forêt fournit une base connue à partir de laquelle nous pouvons mener nos activités. Je peux m'y rendre ou encore simplement décrocher le téléphone et dire " j'aimerais effectuer du travail dans un peuplement qui présente les qualités X, Y, Z " et en peu de temps, on me présentera différentes options. Cela est vraiment exceptionnel », s'exclame M. Wotton. « Par ailleurs, du personnel est présent sur les lieux tous les jours et on peut communiquer par radio dans toute la propriété. En tant que superviseur d'assistants de recherche et d'étudiants de deuxième cycle, cela présente un très grand attrait du point de vue de la sécurité et de la logistique. »

Les activités de recherche dans les forêts expérimentales nationales ont porté sur la plupart des sujets relatifs à la foresterie à une époque donnée et ont servi à répondre aux priorités changeantes de l'industrie forestière. Certaines des études effectuées par le passé et susceptibles d'être menées à l'avenir portent notamment sur les sujets suivants :

- l'accroissement de la productivité de la forêt grâce aux traitements sylvicoles;
- l'évaluation biologique des traitements de récolte de rechange;
- la santé de la forêt;
- les options de gestion de la végétation forestière;
- la diversité forestière et la succession naturelle;

suivi à la page 7

Réacheminement des fonds publics consacrés à la régénération

Il est impossible de calculer les recettes provenant des opérations forestières, parce qu'il n'existe aucun moyen de prédire la demande future du marché pour les essences ou pour la dimension des matériaux. Deux facteurs financiers influent sur la rentabilité des activités d'exploitation exercées à des fins de transformation : le coût d'établissement des arbres destinés à la production et le coût d'exploitation des arbres arrivés à maturité.

Sur les terres publiques du Nouveau-Brunswick, les coupes à blanc pratiquées sur de vastes étendues doivent être assorties d'opérations sylvicoles permettant d'assurer l'établissement d'arbres (plantation) ou d'éviter qu'une régénération naturelle excessive n'entraîne la stagnation de peuplements devenus trop denses (éclaircie précommerciale). Les coûts associés à ce travail sont absorbés par les contribuables de la province.

La coupe en bande, qui facilite la régénération des essences

Avant la colonisation, le rôle de régénération joué par les grands phénomènes catastrophiques (feu, vent, insectes, et maladies) n'était pas aussi important dans les forêts mixtes tempérées de l'Est du Canada (forêt acadienne et forêt des Grands Lacs et du Saint-Laurent) que dans la forêt boréale. Dans la majeure partie de ces forêts mixtes tempérées, le renouvellement se faisait à petite échelle, sur des parcelles éparpillées ici et là. Les nouveaux arbres provenaient d'une régénération préexistante ou de semis issus d'essences voisines sujettes à l'exposition présentant un degré variable de tolérance à l'ombre.

Sur la quasi-totalité des terres publiques où l'exploitation se fait « sans restrictions », de grandes trouées du couvert forestier sont devenues de plus en plus courantes en raison des faibles coûts associés à cette méthode d'exploitation. Sous l'action des microclimats de régénération chauds et secs qui ont suivi la récolte, certaines essences sciaphiles longévives tempérées, telles que l'épinette rouge, la pruche occidentale, le thuya occidental, l'érable à sucre et le frêne blanc d'Amérique, ont été remplacées par des essences boréales de faible longévité qui tolèrent bien la lumière, notamment le sapin baumier, le pin gris, l'épinette noire, le mélèze laricin, le bouleau à papier et le peuplier faux-tremble.

L'absence de régénération chez les essences tempérées parvenues aux derniers stades de succession et la prédominance, dans les forêts exploitées, de conifères boréaux vulnérables aux insectes (surtout le sapin baumier) ainsi que de feuillus de lumière ayant peu de valeur sur les marchés ont mené à l'adoption de programmes de plantation très coûteux aux frais des contribuables. Ces programmes ont donné lieu à l'aménagement de peuplements de conifères boréaux qui présentaient une moins grande vulnérabilité aux insectes et qui produisaient une fibre de qualité recherchée par les marchés étrangers. Il a été possible de conserver et d'élargir ces marchés grâce à des acheteurs dont l'affluence dépendait d'abondantes réserves de carburants fossiles peu coûteux, tandis qu'aujourd'hui, les futures conditions du marché risquent d'être dominées par l'épuisement des ressources énergétiques.

La croissance économique et démographique qui a soutenu l'exportation de produits forestiers canadiens est appelée à s'essouffler. De même, les prévisions liées aux types de produits forestiers qui seront en demande lorsque les jeunes arbrisseaux d'aujourd'hui auront atteint l'âge d'exploitabilité ne sont que pure spéculation.

Les coupes à blanc sur de grandes parcelles se sont poursuivies, tout comme le coûteux programme de plantation instauré pour remédier aux impacts biologiques de ce type d'exploitation. Le coût des travaux de préparation mécanique du terrain, de plantation et de lutte chimique contre les concurrents des feuillus dépasse généralement 1 000 $ par hectare. Si les dépenses ou les investissements faits dans ce travail d'établissement ou de reboisement sont reportés sur une période de rotation de 60 ans à un taux d'intérêt de 4 %, le total monte à 10 520 $ l'hectare.

Plusieurs études révèlent que les méthodes d'exploitation qui reproduisent à peu près la dynamique des brèches naturelles (les coupes par trouées et les coupes en bande avec éclaircie sélective latérale) peuvent engendrer à peu de frais la régénération naturelle d'essences tempérées de qualité. Cela s'explique par le fait que ces essences sujettes à l'exposition ont besoin des microclimats de régénération frais et humides caractéristiques des petites trouées. Le recours accru à ces nouvelles méthodes d'exploitation permettrait aussi, en guise de mesure corrective, la plantation d'essences tempérées cultivées en pépinière dans des secteurs où elles ont été entièrement remplacées par des essences boréales par suite de travaux de coupe à blanc, de préparation du terrain, de plantation et d'application d'herbicides. Ainsi, l'abandon des méthodes de récolte relativement peu coûteuses qui consistent à pratiquer de grandes trouées dans le couvert forestier, conjugué au recours à des méthodes un peu plus coûteuses qui reproduisent les brèches naturelles de la forêt, favoriserait le rétablissement progressif de l'assemblage d'essences forestières tempérées. L'assemblage d'essences boréales, qui domine de plus en plus

suivi à la page 7

Suite de la page 3. Des scientifiques de RNCan discutent. . .

connectivité des forêts sur le maintien de populations viables de faune et de flore.

Le concept de continuité du paysage tient compte de l'activité humaine, de l'échelle spatiale et temporelle, du maintien des processus écologiques et de la conservation de la biodiversité. Pour chaque enjeu donné, une échelle appropriée est rattachée à une série de processus écologiques et aux besoins des espèces en cause. L'échelle spatiale et temporelle ne peut pas être choisie arbitrairement. Les processus ou les enjeux (ex. : décomposition) et les espèces (ex. : caribou [*Rangifer tarandus*]) doivent être pris en considération et envisagés à une échelle appropriée.

L'intervention humaine ne signifie pas nécessairement que les processus écologiques de la forêt sont altérés ou cessent d'être intacts. L'hypothèse voulant que les activités forestières soient tout à fait incompatibles avec la résilience (la capacité de la forêt de se remettre d'une perturbation) est inexacte. L'exploitation forestière, lorsqu'elle est pratiquée de manière durable, ne nuit pas forcément aux processus écologiques et à la diversité biologique. Les preuves attestant que nos forêts subissent des perturbations d'origine anthropique et naturelle donnent à penser qu'elles peuvent conserver leur résilience et se remettre d'une perturbation.

Aires protégées

En 2005, le Canada protégeait des terres occupant quelque 98 millions d'hectares de superficie, soit approximativement 9,9 % de la masse terrestre du pays. Environ 8 % du territoire des écozones du bouclier boréal et des plaines est protégé. Au total, 95 % de nos aires protégées sont classées dans les catégories I à IV de l'Union internationale pour la conservation de la nature[1], lesquelles interdisent, dans la plupart des cas, les activités industrielles comme l'exploitation forestière, l'exploitation minière et les projets hydroélectriques (5).

Lorsque vient le moment d'établir des objectifs pour les aires protégées, il est important de ne pas choisir des chiffres arbitraires. Les objectifs simples ne suffisent pas. Ils doivent être fondés sur des facteurs tels que les régimes de perturbations naturelles, la répartition des espèces et les caractéristiques vitales de leur habitat, le maintien de la biodiversité et la viabilité des populations naturelles, l'adaptation au changement climatique et le maintien des processus écologiques. Le régime foncier, le mode de gouvernance, la superficie de terrain visée, les espèces présentes et le titre de propriété sont des facteurs qui doivent aussi être pris en considération dans le choix de ces objectifs.

Compte tenu des régimes de perturbations naturelles de la forêt boréale, nous devons, pour assurer l'efficacité de nos mesures de conservation, tenir compte de l'ensemble des catégories de protection, y compris les zones faisant l'objet de plans de gestion forestière durable. La conservation doit aller au-delà des aires protégées, de manière à permettre, à la longue, l'établissement de liens, la connectivité ainsi que la gestion efficace des populations et des espèces à l'échelle du paysage élargi.

Sources d'information tirées du Web :

(1) http://foretscanada.rncan.gc.ca/articlesujet/top_suj/12/articles

(2) http://www.forestry.gov.uk/pdf/prog-aw-practice-guide.pdf/$FILE/prog-aw-practice-guide.pdf (en anglais seulement)

(3) http://scf.rncan.gc.ca/soussite/anciennes/depliant

(4) http://www.iucn.org/resources/publications/index.cfm?uNewsID=1662 (en anglais seulement)

(5) http://www.cws-scf.ec.gc.ca/publications/habitat/cpa-apc/index_f.cfm

[1]L'IUCN définit ainsi les aires protégées : [traduction] « *un espace géographique clairement défini, reconnu, dédié et géré par des outils juridiques ou par d'autres moyens efficaces, dans le but d'assurer la conservation de la nature, notamment des services rendus par l'écosystème et des valeurs culturelles.* » Pour les besoins de ses rapports internationaux, l'IUCN a défini six catégories d'aires protégées qui sont fondées sur l'objectif de gestion premier. Elles vont de la catégorie I (aire protégée gérée principalement pour la science ou la protection de la nature sauvage) à la catégorie IV (aire protégée gérée principalement pour l'utilisation durable de ressources naturelles).

James Brandt
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Région de la capitale nationale

Louis De Grandpré
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie des Laurentides

Ken Farr
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Région de la capitale nationale

Brenda McAfee
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Région de la capitale nationale

Alex Mosseler
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie de l'Atlantique

Julie Richter
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Région de la capitale nationale

Ian Thompson
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie des Grands Lacs

Tony Trofymow
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie du Pacifique

Ian Volney
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie du Nord

Suite de la page 4. La recherche forestière de nos jours . . .

- la biodiversité;
- les essais portant sur la provenance à l'aide de semences provenant de différents endroits;
- les études de clonage, y compris l'embryogénèse somatique.

Les universités, les collèges, et les gouvernements provinciaux profitent déjà de l'occasion de collaborer avec Ressources naturelles Canada dans ces forêts. Par exemple, le ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, de concert avec autres partenaires, tels que l'Université de Montréal, Bowater et l'Institut canadien de génie forestier, ont mis sur pied une étude de 20 ans dans la forêt expérimentale nationale de Petawawa afin d'examiner les effets des perturbations naturelles et de la sylviculture sur la survie des arbres, la croissance, la qualité du bois et les essences ainsi que la diversité génétique dans les peuplements mixtes et de pin blanc. Cette recherche fondamentale aidera les praticiens forestiers à maintenir ou à améliorer la quantité et la qualité des fibres, à préserver les sols et les ressources hydriques, à conserver la diversité biologique, ainsi qu'à réduire le risque de pertes attribuables aux incendies, aux ravageurs, ou aux maladies.

Grâce à la recherche collaborative dans ces forêts, nous serons en mesure de répondre à de nombreuses questions importantes entourant l'industrie forestière. Les connaissances tirées de cette recherche contribueront à l'amélioration continue des pratiques de gestion forestière dans le monde.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur les forêts ou sur les occasions de collaboration, consultez le site

http://scf.rncan.gc.ca/soussite/foretsnationales

ou communiquez par courriel avec

Dean Toole, gestionnaire du programme national de recherche forestière, à l'adresse suivante : **dtoole@nrcan.gc.ca**

Nancy Macdonald
Ressources naturelles Canada

Suite de la page 5. Réacheminement des fonds . . .

les forêts tempérées, risque de subir de fortes pressions si le réchauffement climatique se poursuit. Il est prévu que les assemblages des forêts tempérées pourront s'adapter plus facilement aux agresseurs climatiques.

Selon un récent rapport intitulé Solutions d'aménagement de la forêt publique du Nouveau-Brunswick (1), ces nouvelles méthodes pourraient faire augmenter les coûts de 6 % ou de 2,50 $ le mètre cube. Ces coûts sont généralement absorbés par le titulaire de la concession publique. Dans le climat financier actuel, les titulaires de concessions publiques seraient réticents à changer leurs méthodes d'exploitation.

Si les fonds publics accordés aux coupes à blanc et aux travaux de plantation d'essences boréales (la méthode actuellement privilégiée) étaient progressivement réacheminés vers des opérations consistant à reproduire les brèches naturelles – des méthodes qui dépendent principalement de la régénération naturelle –, le coût à l'hectare devrait alors osciller autour de 350 $, dans la mesure où la récolte moyenne produit 140 m3 à l'hectare. Si on reporte ces dépenses ou ces investissements sur une période de rotation de 60 ans à un taux d'intérêt de 4 %, on obtient un total de 3 682 $ l'hectare. L'écart entre les deux approches se chiffre à au moins 6 838 $ l'hectare. Le transfert des fonds consacrés au renouvellement des forêts (ou la baisse des redevances ou des droits de coupe) vers les nouvelles méthodes d'exploitation se traduirait par des forêts plus résilientes, plus diversifiées et mieux adaptées au climat, ce qui accroîtrait les possibilités d'aménagement et la souplesse de l'offre sur les marchés. L'éclaircie précommerciale, qui doit être pratiquée pour empêcher toute stagnation causée par le surpeuplement, se révèle souvent nécessaire aussi bien pour les peuplements naturellement régénérés que pour les plantations. Les opérations d'éclaircie commerciale qui peuvent engendrer un bénéfice d'exploitation permettent aux sociétés forestières de se concentrer sur la croissance des essences que les marchés semblent prêtes à exiger une fois venu le moment de la récolte.

Le bois d'échantillon, la pâte et le papier issus des forêts tempérées de l'Est seront moins en demande dans l'avenir. Il en va autrement du bois devant servir à alimenter la bioéconomie en « nouveau pétrole » – les liants carbone-carbone qui remplaceront les matériaux autrefois tirés des combustibles fossiles. Les considérations entourant les attributs des essences et des fibres, lesquelles ont dominé les marchés ces derniers temps, auront sans doute moins d'importance dans de telles conditions.

Dans un contexte où le futur marché de la fibre de bois est incertain, on ne peut pas présumer que la demande – conifères boréaux aux fibres longues se maintiendra jusqu'à l'âge d'exploitabilité des arbres plantés aujourd'hui. Même si les plantations intensives ont le potentiel de produire des volumes de bois supérieurs, il est impossible de faire une analyse coûts-avantages de cette production accrue sans connaître la demande future des marchés.

En changeant le caractère de la forêt – d'une forêt dominée par les grandes coupes à blanc et les plantations à une forêt qui reproduit à peu près la répartition naturelle des petites trouées du couvert forestier –, il serait possible de réduire les pressions exercées par les groupes d'intérêts publics qui veulent mettre de côté des parcelles boisées de plus en plus grandes pour la création de réserves où l'exploitation est interdite, afin d'y représenter les vestiges d'une forêt naturelle.

(1) Solutions d'aménagement de la forêt publique du Nouveau-Brunswick http://www.gnb.ca/cnb/Promos/Forest/pdf/ErdleReport-f.pdf

Peter Salonius
Ressources naturelles Canada
Centre canadien sur la fibre de bois
Centre de foresterie de l'Atlantique

Suite de la page 2. Impact des peupliers exotiques . . .

Impact du taux d'introgression et d'autres paramètres génétiques sur les risques de dispersion des gènes exotiques

En parallèle, nous avons mis au point un modèle *métapopulationnel* — c'est-à-dire qui tient compte du fait qu'un groupe de populations d'une espèce dont la distribution géographique est fragmentée peut interagir. Ceci a permis d'orienter nos recherches actuelles et nous aidera à mieux comprendre les impacts de la dispersion de gènes exotiques dans les populations naturelles compatibles (Meirmans et al. 2008). En l'occurrence, ce modèle a démontré que les petites populations d'espèces indigènes réceptrices sont, dans une certaine mesure, plus à risque et qu'il est essentiel de regarder comment les gènes procurant un avantage sélectif se répartissent dans les populations naturelles. Une étude pan-canadienne est présentement en cours sur le *P. balsamifera* en collaboration avec B. Schroeder (Programmes de l'Agroforesterie d 'Agriculture et Agroalimentaire Canada).

Conclusions

- L'existence de plantations de peupliers à composantes exotiques et sexuellement matures nous a permis d'étudier la dispersion des gènes exotiques dans les populations naturelles adjacentes de *P. balsamifera* et de *P. deltoides*. Nos résultats démontrent clairement que l'hybridation entre les espèces introduites et les espèces indigènes est possible localement, particulièrement lorsque les effectifs de populations d'espèces indigènes sont petits.
- Le risque d'introgression durable dépend aussi de l'aptitude des hybrides à s'établir et se reproduire en forêt naturelle. Nos résultats préliminaires dénotent cette possibilité même si la fréquence de ce phénomène semblait faible. Afin d'obtenir une meilleure évaluation des riques, il est essential de mieux quantifier ce phénomène et à déterminer plt. précisément les principaux facteurs génétiques et écologiques favorisant le processus d'introgression des gènes exotiques.
- Les données empiriques obtenues servent également à mettre
- au point et affiner un modèle de prédiction pour évaluer les impacts à moyen et long terme de la dispersion de gènes exotiques ou de nouvelles combinaisons de gènes sur la diversité génétique des espèces indigènes.

Remerciements

Ce projet de recherche a été réalisé dans le cadre programme du « Système canadien de réglementation de la biotechnologie » visant l'acquisition de données de base sur les interactions écologiques dans les écosystèmes forestiers au Canada.

Sources d'information

Meirmans, P.G., Lamothe M., Périnet P., and Isabel, N. (2007) Species-specific single nucleotide polymorphism markers for detecting hybridization and introgression in poplar. Canadian Journal of Botany, 85, 1082-1091.

Meirmans, P.G., Bousquet, J., and Isabel, N. (2008). A metapopulation model for the introgression from Genetically Modified Plants into their wild relatives. Evolutionary Applications. DOI 10.1111/j.1752-4571.2008.00050.x.

Richardson J. Cooke, J.E.K., Isebrands, J.G., Thomas, B.R., and Van Rees, K.C.J. (2007) Poplar research in Canada – a historical perspective with a view to the future. Canadian Journal of Botany, 85, 1136-1146.

Wilkinson, M.J., Sweet, J., and Poppy, G.M. (2003) Risk assessment of GM plants: avoiding gridlock? Trends in Plant Science, 8, 208-212.

Nathalie Isabel
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie des Laurentides
Chaire de recherche du Canada
en génomique forestière et
environnementale,
Université Laval

Jean Bousquet
Chaire de recherche du Canada
en génomique forestière et
environnementale,
Université Laval

Pierre Périnet
Ministère des Ressources naturelles et
de la Faune du Québec

Patrick Meirmans
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie des Laurentides
Département d'écologie et d'évolution,
Université de Lausanne

Stacey Lee Thompson
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie des Laurentides
Département des sciences biologiques,
California State University

Pour information

Volume 13 N° 1 - printemps 2009
ISSN 1206-7210

Santé et biodiversité des forêts Nouvelles est publié régulièrement par Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts au Centre de foresterie de l'Atlantique.

Veuillez envoyer vos commentaires et articles à l'adresse suivante :

Service canadien des forêts
Centre de foresterie de l'Atlantique
C.P. 4000
Fredericton (Nouveau-Brunswick), Canada
E3B 5P7

http://www.scf.RNCan.gc.ca

Imprimé au Canada sur papier Supreme Gloss recyclé à 25% et contenant 25% de déchets de consommation.
© Sa Majesté la Reine chef du Canada, 2009